(19)日本国特許庁（ＪＰ）　　(12) **公開特許公報**（Ａ）　　(11)特許出願公開番号

特開平9－312526

(43)公開日　平成９年(1997)12月２日

(51)Int.Cl.^{6}	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｈ０３Ｆ　1/32			Ｈ０３Ｆ	1/32	
Ｈ０４Ｂ　1/04			Ｈ０４Ｂ	1/04	Ｒ

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全　５　頁）

(21)出願番号　　特願平8－126156

(22)出願日　　平成８年(1996)５月21日

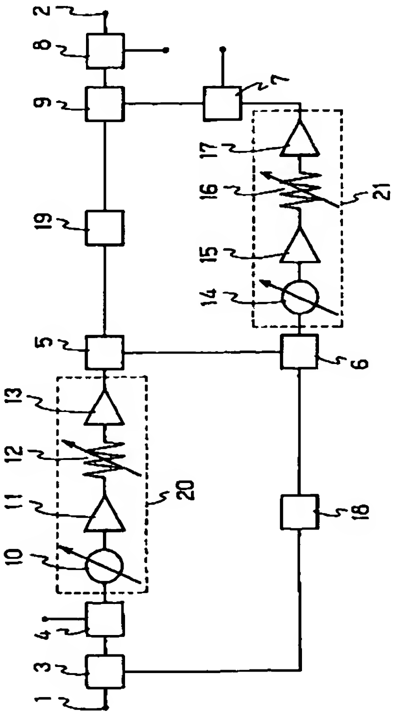
(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者　久郷　伸一
横浜市港北区綱島東四丁目３番１号　松下通信工業株式会社内
(72)発明者　池田　光
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　小杉　裕昭
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(74)代理人　弁理士　池内　寛幸　（外１名）

(54)【発明の名称】　フィードフォワード増幅器

(57)【要約】

【目的】　小型で広帯域かつ低雑音の特性を有する増幅部を備えたフィードフォワード増幅器を提供する。

【解決手段】　可変位相器１０，１４、前段増幅器１１，１５、可変減衰器１２，１６、および後段増幅器１３，１７を順に接続してフィードフォワード増幅器の主増幅部２０及び補助増幅部２１を構成することにより出力雑音レベルの増加を防ぐ。又、このように多段構成された各増幅部の前段増幅器と後段増幅器との段間整合を、分布定数回路を用いた低インピーダンス整合とすることにより広帯域化を実現する。また後段増幅器１３，１７の出力側整合回路にλ／４伝送線路を用い、これと電磁結合する伝送路を並列に配置することによって電力分配器５，７を一体形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　信号入力端子が第１の電力分配器に接続され、この第１の電力分配器の一方の出力がパイロット信号注入回路を経て主増幅部に入力され、他方の出力が第１の遅延回路を経て第１の電力合成器に入力され、

前記主増幅部の出力が第２の電力分配器に入力され、この第２の電力分配器の一方の出力が第１の電力合成器に入力され、他方の出力が第２の遅延回路を経て第２の電力合成器に入力され、

第１の電力合成器の出力が補助増幅部を経て第３の電力分配器に入力され、この第３の電力分配器の一方の出力が電力モニター信号となり、他方の出力が第２の電力合成器に入力され、

第２の電力合成器の出力が第４の電力分配器に入力され、この第４の電力分配器の一方の出力が信号出力端子に接続され、他方の出力がパイロット信号検出信号となるフィードフォワード増幅器であって、

前記主増幅部および補助増幅部がそれぞれ、位相調整用の可変位相器、前段増幅器、振幅調整用の可変減衰器、および後段増幅器を順に直列接続して構成されていることを特徴とするフィードフォワード増幅器。

【請求項２】　前記主増幅部および補助増幅部を構成する前段増幅器と後段増幅器との段間整合回路に分布定数回路が用いられ、２５Ω以下の低インピーダンス整合が実現されている請求項１記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項３】　前記主増幅部および補助増幅部を構成する後段増幅器の出力側整合回路にλ/４伝送線路によるインピーダンス変換回路が用いられ、このλ/４伝送線路と並列に別の伝送線路を配置して両伝送線路を電磁結合させることにより、前記電力分配器が構成されている請求項１または２記載のフィードフォワード増幅器。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に高周波帯における多周波信号を同時に増幅する線形増幅器であって、主増幅部で発生する非線形歪を検出して除去するフィードフォワード増幅器に関する。

【０００２】

【従来の技術】この種のフィードフォワード増幅器は、無線通信の基地局装置の電力増幅器として使用されている。無線通信の基地局装置は、多周波信号を同時に受信し、増幅、送信していることがほとんどである。多周波信号を個別に増幅する方式もあるが、この方式は各信号を増幅する増幅器、分配器や合成器等が必要となるため、コストが高く、装置の規模が大きくなる点で不利である。そこで、多周波信号を、同時に増幅する増幅器として考案されたものがフィードフォワード増幅器である。

【０００３】図３に従来のフィードフォワード増幅器の回路ブロック図を示す。図３において１０１は入力端子、１０２は出力端子、１０３および１０４は電力分配器、１０５および１０６は電力合成器、１０７および１１０は可変位相器、１０８および１１１は可変減衰器、１０９は主増幅器、１１２は補助増幅器、１１３および１１４は遅延回路である。図３の左側を占める電力分配器１０３、可変位相器１０７、可変減衰器１０８、主増幅器１０９、電力分配器１０４、遅延回路１１３、および電力合成器１０６によって歪検出ループが構成されている。同じく右側を占める電力分配器１０４、電力合成器１０６、可変位相器１１０、可変減衰器１１１、補助増幅器１１２、遅延回路１１４、および電力合成器１０５によって歪除去ループが構成されている。

【０００４】まず、歪検出ループの動作原理を説明する。入力端子１０１より入力された多周波信号は、歪検出ループ１２０内の電力分配器１０３で分配される。分配された一方の信号は、可変位相器１０７で位相調整され、可変減衰器１０８で振幅調整された後、主増幅器１０９で増幅される。この増幅の際に非線形歪が発生する。増幅された多周波信号は電力分配器１０４に入力され、ここで分配された一方の信号が電力合成器１０６に入力される。

【０００５】先の電力分配器１０３で分配された他方の信号は遅延回路１１３を通過して電力合成器１０６に入力される。電力合成器１０６で上記二つの入力信号が合成され、歪成分が検出される。このとき、主増幅器で増幅され電力分配器１０４より取り出された多周波信号の一部と、遅延回路１１３を通った多周波信号とが同振幅、かつ逆相になるように制御される。

【０００６】次に、歪除去ループ１２１の動作原理を説明する。主増幅器１０９で増幅され電力分配器１０４で分配された他方の信号は、遅延回路１１４を通って電力合成器１０５に入力される。また、上記の歪検出ループによって検出された歪成分は、可変位相器１１０で位相調整され、可変減衰器１１１で振幅調整された後、補助増幅器１１２で増幅され、電力合成器１０５に入力される。主増幅器１０９から遅延回路１１４を経て電力合成器１０５に入力される多周波信号に含まれる歪成分と、歪検出ループにより検出され補助増幅器１１２を経て電力合成器１０５に入力される歪信号とは、同振幅かつ逆相になるように制御される。

【０００７】上記のような歪み検出ループ及び歪み除去ループの動作により、電力合成器１０５に入力される多周波信号に含まれる歪成分が、同振幅かつ逆相の歪信号によって相殺され、電力合成器１０５から出力される多周波信号は非線形歪が除去されたものとなる。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のフィードフォワード増幅器は以下のような欠点を有していた。まず、出力電力が大きくなるに伴って、増幅

器に使用するデバイスの入出力インピーダンスが低くなり、振幅及び位相の周波数特性が狭帯域となる。また、各増幅部の利得が高くなるに伴って、雑音の出力レベルも大きくなる。更に、部品点数が多い。

【０００９】本発明は上記のような従来のフィードフォワード増幅器の問題を解決するためになされたものであり、小型で広帯域かつ低雑音特性を有する増幅部を備えたフィードフォワード増幅器を提供することを目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明によるフィードフォワード増幅器は、主増幅部および補助増幅部がそれぞれ、位相調整用の可変位相器、前段増幅器、振幅調整用の可変減衰器、および後段増幅器を順に直列接続して構成されていることを特徴とする。可変減衰器の前に前段増幅器が備えられることにより、広帯域かつ低雑音の特性が得られる。好ましくは、多段構成の主増幅部および補助増幅部の段間整合に分布定数回路を用いて、２５Ω以下の低インピーダンス整合をとることにより、さらに広帯域化が実現する。

【００１１】また、前記主増幅部および補助増幅部を構成する後段増幅器の出力側整合回路にλ／４伝送線路によるインピーダンス変換回路を用い、このλ／４伝送線路と並列に別の伝送線路を配置して両伝送線路を電磁結合させることにより、前記電力分配器が構成することが好ましい。このように主増幅部および補助増幅部の後段増幅器の出力整合回路と電力分配器とを一体化することにより回路全体の小型化が実現する。

【００１２】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図１および図２に基づいて説明する。本発明の実施形態に係るフィードフォワード増幅器の回路ブロック図を示す図１において、１は入力端子、２は出力端子、３，５，７，８はそれぞれ第１、第２、第３、第４の電力分配器、４はパイロット信号注入回路、６，９はそれぞれ第１、第２の電力合成器、１０，１４はそれぞれ第１、第２の可変位相器、１２，１６はそれぞれ第１、第２の可変減衰器、１１，１５はそれぞれ第１、第２の前段増幅器、１３，１７はそれぞれ第１、第２の後段増幅器、１８，１９はそれぞれ第１、第２の遅延回路である。

【００１３】第１の可変位相器１０、第１の前段増幅器１１、第１の可変減衰器１２、および第１の後段増幅器１３で主増幅部２０が構成されている。同様に、第２の可変位相器１４、第２の前段増幅器１５、第２の可変減衰器１６、および第２の後段増幅器１７で補助増幅部２１が構成されている。

【００１４】入力端子１より入力された多周波信号は、第１の電力分配器３で分配される。分配された一方の多周波信号は、パイロット注入回路４でパイロット信号を注入された後、主増幅部２０で位相調整、振幅調整、増幅が行われる。増幅された多周波信号は非線形歪を含んでおり、第２の電力分配器５でさらに分配される。

【００１５】第１の電力分配器３で分配された他方の多周波信号は、第１の遅延回路１８を通って第１の電力合成器に入力される。この第１の電力合成器には、第２の電力分配器５で分配された一方の多周波信号も入力される。これら二つの入力信号は第１の電力合成器６で合成される。このとき、２つの入力信号（多周波信号）は、同振幅かつ逆相になるように制御される。この結果、主に歪成分を含む信号が電力合成器６から出力される。

【００１６】電力増幅器６から出力された信号は、補助増幅部２１に入力されて位相調整、振幅調整、および増幅が行われる。増幅された信号は、第３の電力分配器７で歪除去用信号と電力モニター信号とに分配され、歪除去用信号は第２の電力合成器９に入力される。

【００１７】第２の電力分配器５で分配された他方の多周波信号は、第２の遅延回路１９を通って第２の電力合成器９に入力され、第３の電力分配器７で分配された歪除去用信号と合成される。このとき、第２の電力合成器９に入力される二つのパイロット信号成分は、同振幅かつ逆相になるように制御される。したがって、第２の電力合成器９から出力される信号は、主増幅部２０で発生した歪成分が歪除去用信号によって相殺されたものとなる。

【００１８】第２の電力合成器９から出力される信号は、さらに第４の電力分配器８に入力され、フィードフォワード増幅器出力信号とパイロット信号検出信号とに分配される。第３の電力分配器７で分配された電力モニター信号と、第４の電力分配器８で分配されたパイロット信号検出信号は、それぞれ振幅または位相を制御するための信号として使用される。

【００１９】本実施形態のフィードフォワード増幅器では、主増幅部２０の前段増幅器１１と後段増幅器１３との段間整合、そして、補助増幅部２１の前段増幅器１５と後段増幅器１７の段間整合に関し、分布定数回路を用いた２５Ω以下の低インピーダンス整合を実現している。この結果、多段構成された主増幅部２０および補助増幅部２１の広帯域化を実現することができる。また、主増幅部２０の第１の可変減衰器１２を第１の前段増幅器１１と第１の後段増幅器１３との間に配置し、同様に、補助増幅部２１の第２の可変減衰器１６を第２の前段増幅器１５と第２の後段増幅器１７との間に配置している。この結果、主増幅部２０および補助増幅部２１の雑音指数の劣化を防ぎ、低雑音特性を有するフィードフォワード増幅器を実現することができる。

【００２０】次に、第２の実施形態として、上記実施形態における後段増幅器１３，１７の出力整合回路と電力分配器５，７との一体化回路のパターン図を図２に示す。図２において、３０は第１又は第３のλ／４伝送線路によるインピーダンス変換器、３１はインピーダンス

変換器３０と電磁結合を有する第２又は第４の伝送線路である。

【００２１】第１または第３のλ/４伝送線路によるインピーダンス変換器３０は、低インピーダンス整合された後段増幅器１３，１７の出力インピーダンスを５０Ωに変換する出力整合回路としての役割を有する。第１または第３のλ/４伝送線路によるインピーダンス変換器３０と、これに並列に配置することによってインピーダンス変換器３０との間に電磁結合を持たせた第２又は第４のλ/４伝送線路３１とにより電力分配器５，７が構成される。

【００２２】このようにして、後段増幅器１３の出力整合回路と電力分配器５、または後段増幅器１７の出力整合回路と電力分配器７を一体化した回路を構成することができる。この結果、回路全体の小型化が実現される。この際、第１又は第３のλ/４伝送線路３０の特性インピーダンスは、Ｚ＝ＳＱＲＴ（後段増幅器出力インピーダンス×５０）に設定される。但し、「ＳＱＲＴ」は平方根演算を表す。また、第２又は第４の伝送線路３１の特性インピーダンス、及び、第１又は第３のλ/４伝送線路３０と第２又は第４の伝送線路３１との間隔は、所望の結合度から決定される。尚、第２又は第４の伝送線路の線路長はλ/４に限定されない。

【００２３】

【発明の効果】以上のように、本発明のフィードフォワード増幅器によれば、振幅及び位相に関して広帯域の周波数特性が得られ、歪検出及び歪除去の高精度化を図ることができる。しかも、整合回路としてのλ/４伝送線路によるインピーダンス変換器と電力分配器とを一体化することによって小型化が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態に係るフィードフォワード増幅器の回路ブロック図

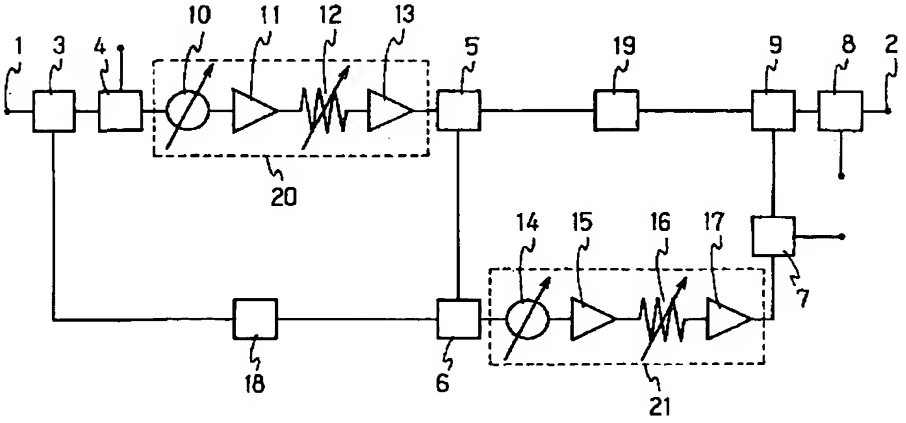
【図２】図１のフィードフォワード増幅器における後段増幅器の出力整合回路と電力分配器とを一体化した回路パターン図

【図３】従来のフィードフォワード増幅器の回路ブロック図

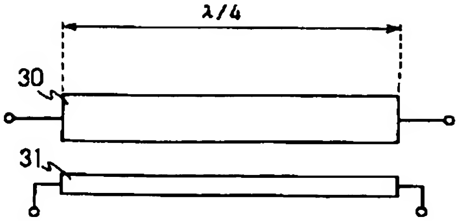
【符号の説明】

１	信号入力端子
２	信号出力端子
３，５，７，８	電力分配器
４	パイロット注入回路
６，９	電力合成器
１０，１４	可変位相器
１１，１５	前段増幅器
１２，１６	可変減衰器
１３，１７	後段増幅器
１８，１９	遅延回路
２０	主増幅部
２１	補助増幅部
３０	第１又は第３のλ/４伝送線路によるインピーダンス変換器
３１	第２又は第４の伝送線路

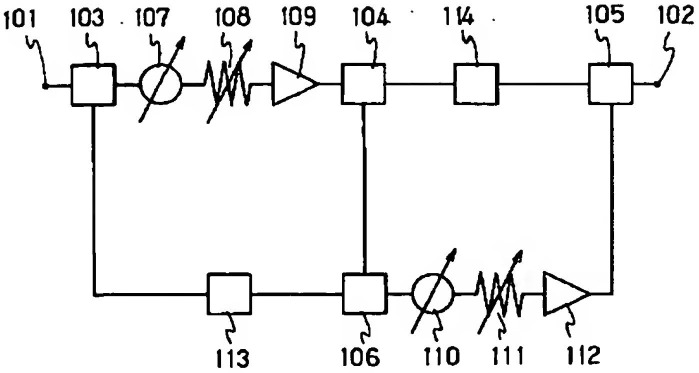
【図１】



【図２】



【図３】


101
103
107
108
109
104
114
105
102
113
106
110
111
112